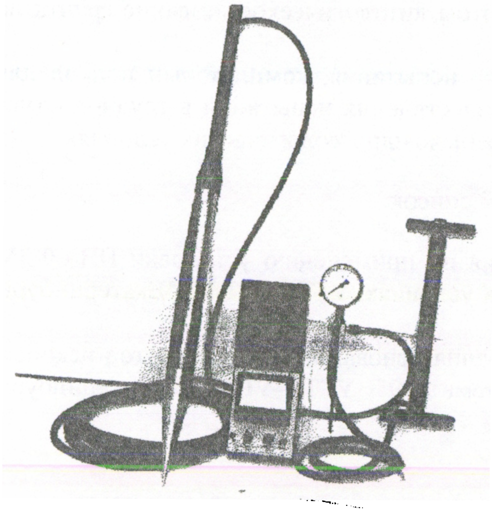

Обработка результатов осуществляли MCAD по специальной программе. Получены реальные значения прочностных и деформационных свойств грунтов.

Анализ результатов подтверждает изменение (ухудшение) свойств грунтовых оснований по сравнению с проектными по причине их обводнения.

Ввиду экстремальных стесненных условий возле КТ - цеха, применяемый способ испытаний явился единственно возможным для получения результатов данной точности.

Частичное обводнение фундаментов происходит за счет "верховодки", воды которой накапливаются ввиду отсутствия дренажной системы на территории площадки.

Подробные результаты исследований отражены в специальном отчете.

Библиографический список

1. "Программа наблюдений за осадками фундаментов зданий и сооружений и режимом грунтовых вод Ново-Свердловской ТЭЦ". ин-т "Атомтеплоэлектропроект", Свердловск, 1983г.
2. Заключение по результатам измерений фундаментов зданий и сооружений Ново-Свердловской ТЭЦ АО "Свердловэнерго", служба эксплуатации Н-С ТЭЦ, 1998г.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛОГОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

проф. А.А.ПОЛЯКОВ

Уральский государственный технический университет

Основным элементом спрейерной камеры является пологая цилиндрическая оболочка постоянной толщины h с размерами в плане a и b . Криволинейные края оболочки опираются на жесткие в своей плоскости диафрагмы, а продольные жестко защемлены. При осуществлении технологического процесса [1,2,3] ... оболочка спрейерной камеры наряду с оболочкой трубопровода подвергается температурному воздействию, вследствие чего оболочка испытывает напряженно – деформированное состояние.

В соответствии с [4] НДС пологой оболочки описывается уравнениями

$$\left.\begin{aligned} D\nabla^2\nabla^2 W - \nabla_k^2\overline{\varphi} = 0 \\ \nabla_k^2\overline{W} + \frac{1}{Eh}\nabla^2\nabla^2\overline{\varphi} = \overline{T} \end{aligned}\right\}, \quad (1)$$

где

$$\overline{T} = -\alpha\left(\nabla^2 t_1 + \frac{\overline{k}_1 + \overline{k}_2}{h} t_2\right), \quad t_1 = \frac{1}{2}(t' + t''), \quad t_2 = t' - t'',$$

$t' = t'(x, y)$ - температура внешней выпуклой поверхности оболочки;

$t'' = t''(x, y)$ - температура внутренней выпуклой поверхности оболочки;

α - коэффициент линейного расширения материала;

$\overline{k}_1$ и $\overline{k}_2$ - кривизна оболочки;

∇^2 и ∇_k^2 - дифференциальные уравнения второго порядка.

$$\left.\begin{aligned}\nabla^2 &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \\ \nabla_k^2 &= \bar{k}_1 \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \bar{k}_2 \frac{\partial^2}{\partial x^2}\end{aligned}\right\}$$

Перепишем уравнение (1) в безразмерной форме:

$$\left.\begin{aligned}c\nabla_\psi^2\nabla_\psi^2 W - k_2\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} &= 0 \\ k_2\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \nabla_\psi^2\nabla_\psi\varphi &= T(x,y)\end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Здесь

$$x = \frac{\bar{x}}{a},\quad y = \frac{\bar{y}}{b},\quad W = \frac{\overline{W}}{h},\quad \varphi = \frac{\bar{\varphi}}{Eh^3},\quad k_2 = \frac{b^2}{Rh},\quad c = \frac{1}{12\left(1-\mu^2\right)},\quad \psi = \frac{a}{b},$$

$T(x,y) = \bar{T}\dfrac{a^2b^2}{h^2}$, $\nabla_\psi^2 = \dfrac{1}{\psi}\dfrac{\partial^2}{\partial x^2} + \psi\dfrac{\partial^2}{\partial y^2}$, при этом черточками обозначены размерные величины.

Решение уравнения (2) будем искать в виде одинарных рядов

$$\left.\begin{aligned}W(x,y) &= \sum W_m X_m \\ \varphi(x,y) &= \sum \Phi_m U_m, \quad (m = 1,2,3)\end{aligned}\right\}, \quad (3)$$

где $W_m(y)$, $\Phi_m(y)$ искомые функции переменных y, а $X_m(x)$ и $U_m(x)$ - заданные функции переменной *x*, удовлетворяющие граничным условиям на краях $x = 0$ и $x = 1$ $(\bar{x} = a)$.

Свободному опиранию на криволинейных краях соответствуют функции:

$X_m(x) = U_m(x) = \sin m\pi x$, $(m = 1,3,5)$, тогда с учетом их производных

система (2) преобразуется к виду

$$\sum\left(W_m^{IV} - 2\alpha^2 W_m'' + \alpha^4 W_m\right)\sin m\pi x + \sum_m \frac{k_2\alpha_m^2}{c}\Phi_m \sin m\pi x = 0, \quad (4)$$

$$\sum\left(\Phi_m^{IV} - 2\alpha^2\Phi_m'' + \alpha^4\Phi_m\right)\sin m\pi x + \sum_m k_2\alpha^2 m W_m \sin m\pi x = \frac{T(x,y)}{\psi^2} \quad (5)$$

где $\alpha_m = \dfrac{m\pi}{\psi}$

Для характерных случаев начального периода работы оболочки спрейерной камеры, температура внутренней и внешней поверхностей одинакова по величине, но различны по знаку, т. е. $t'' = -t'$ и следовательно

$$\bar{T} = -\alpha\frac{\bar{k}_1 + \bar{k}_2}{h}2t' = -2\frac{\alpha\bar{k}_2}{h}t' = \text{const} \quad \text{при } k_1 = 0.$$

Правая часть уравнения (5) будет

$$T = \frac{T(x,y)}{\psi^2} = \frac{\bar{T}a^2b^2}{\psi^2h^2} = -\frac{2\alpha k_2 a^2}{\psi^2h^2}t' = \text{const}.$$

Представим T в виде ряда:

$$T = \sum_m T_m \sin m\pi x \quad (6)$$

где $T_m = 2\int\limits_0^1 T\sin m\pi x dx = \dfrac{4T}{m\pi} \quad (m = 1,3,5)$

Подставляя в (5) значение *T* получим

$$\sum\left(\Phi_m^{IV} - 2\alpha^2\Phi_m'' + \alpha^4\Phi_m\right)\sin m\pi x - \sum_m k_2\alpha^2 mW_m \sin m\pi x = \sum_m T_m \sin m\pi x \quad (7)$$

Умножая равенства (4) и (7) на $\sin m\pi x$, интегрируем, используя условия ортогональности интегралов:

$$\int \sin m\pi x \cdot \sin n\pi x dx = \begin{cases} 0 & \text{при } m \neq n \\ \neq 0 & \text{при } m = n \end{cases}$$

получим для m – го члена ряда следующие уравнения:

$$\left.\begin{aligned} W_m^{IV} - 2\alpha_m^2 W_m'' + \alpha_m^4 W_m + \frac{k_2\alpha_m^2}{c}\Phi = 0, \\ \Phi_m^{IV} - 2\alpha^2\Phi_m'' + \alpha^4\Phi_m - k_2\alpha_m^2 W_m = \frac{4T}{m\pi} \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Для решения системы уравнений (8) будем использовать метод сеток [5]. Разобьем рассматриваемую оболочку, по направлении оси y на n одинаковых полос (ось X связана с продольной стороной оболочки), шириной $\Delta y = \frac{1}{n}$, тогда уравнения ( ) для i – ой линии можно записать после приведения подобных членов в виде:

$$W_{i+2} - A_1 W_{i+1} + A_0 W_i - A_1 W_{i-1} + W_{i-2} + D_0\Phi_i = 0, \quad (9)$$

где

$$A_1 = 2\left(2 + \frac{\alpha_m^2}{n^2}\right),$$

$$A_0 = 6 + 4\frac{\alpha_m^2}{n^2} + \frac{\alpha_m^4}{n^4},$$

$$D_0 = \frac{\alpha_m^2 k_2}{cn^4}.$$

$$\Phi_{i+2} - B_1\Phi_{i+1} + B_0\Phi_i - B_1\Phi_{i-1} + \Phi_{i-2} + E_0 W_i = \frac{4T}{m\pi n^4}, \quad (10)$$

где

$$B_1 = A_1, \; B_0 = A_0, \; E_0 = \frac{\alpha^2 k_2}{n^4}.$$

В уравнениях (9) и (10) индекс m в W и Φ опущен.

Граничные условия для рассматриваемого типа оболочек для m – го члена ряда будем иметь следующие граничные условия:

при $y = 0$, $y = 1$ или $\bar{y} = b$, при $y = 0$ (край защемлен),

$$\left.\begin{aligned} &1)\; W_0 = 0; \quad 2)\; \frac{\partial W}{\partial y} = 0, \quad W_{-1} = W_1 \\ &3)\; \Phi_{-1} = c_0\Phi_0 - \Phi_1 - \frac{T_m}{n^2}, \; 4)\; \Phi_{-2} = \alpha_0\Phi_0 - \alpha_1\Phi_1 + \Phi_2 - \alpha_1\frac{T_m}{2n^2} \end{aligned}\right\} \quad (11)$$

Здесь

$$\alpha_0 = \left[2 + (2+\mu)\frac{\alpha_m^2}{n^2}\right]\left(2 - \mu\frac{\alpha_m^2}{n^2}\right)$$

$$c_0 = 2 - \mu\frac{\alpha_m^2}{n^2},$$

$$\alpha_1 = \left[2 + (2+\mu)\frac{\alpha_m^2}{n^2}\right]$$

$$T_m = \frac{4}{m\pi}\frac{a^2\alpha^0}{\psi^2 h^2}t_1.$$

С учетом (11) составляем систему уравнений (9), (10) для m – го члена ряда, после приведения которой к симметричному виду и ее решения, определяем прогибы $W(x,y)$, изгибы $\sigma_x^{и}$, $\sigma_y^{и}$ и мембранные $\sigma_x^{м}$, $\sigma_y^{м}$ напряжения в безразмерной форме по формулам

$$
\begin{aligned}
&W(x,y)=\sum W_m \sin m\pi x,\\
&\sigma_x^{и}=6c\psi\left[\left(\alpha_m^2+2\mu n^2\right)W_i-\mu n^2\left(W_{i+1}+W_{i-1}\right)\right]\sin m\pi x,\\
&\sigma_y^{и}=6c\psi\left[\left(2n^2+\mu\alpha_m^2\right)W_i-\mu n^2\left(W_{i+1}+W_{i-1}\right)\right]\sin m\pi x, \quad (12)\\
&\sigma_x^{м}=n^2\left(\Phi_{i+1}-2\Phi_i+\Phi_{i-1}\right)\sin m\pi x,\\
&\sigma_y^{м}=\psi^2\alpha_m^2\Phi_i \sin m\pi x.
\end{aligned}
$$

Действительные величины прогибов и напряжений определяем по формулам:

$$
\begin{aligned}
&\overline{W}_{xy}=hW(xy)\\
&\overline{\sigma}_x^{и}=\sigma_x^{и}\frac{Eh^2}{a^2};\quad \overline{\sigma}_y^{и}=\sigma_y^{и}\frac{Eh^2}{b^2};\quad (13)\\
&\overline{\sigma}_x^{м}=\sigma_x^{м}\frac{Eh^2}{b^2};\quad \overline{\sigma}_y^{м}=\sigma_y^{м}\frac{Eh^2}{a^2}.
\end{aligned}
$$

Рассмотренная методика позволяет производить оценку НДС пологих цилиндрических оболочек при температурных воздействиях.

Библиографический список

1. Поляков А.А., Артемкин А.А., Житков В.В. Батюшев Э.С. Устройство для очистки наружной поверхности трубопроводов//Авт. свид. №1814934 Б.И.. 1993, №1
2. Поляков А.А., Артемкин А.Н., Житков В.В., Батюшев Э.С., Скиба В.Ф., Бирюков Н.М. Способ очистки поверхности трубопроводов//Патент РФ №1668801. Б.И., 1993, №7.
3. Поляков А.А., Житков В.В., Батюшев Э.С. Теория, создание, исследования процессов техники для очистки изоляционных полимерных покрытий с трубопроводов. // Изв. вузов Нефть и газ, 1997 №6 с. 153.
4. Власов В.З. Общая теория оболочек и ее приложения в технике. М.: Гостехиздат, 1949. 784 с.
5. Климанов В.И., Тимашев С.А. Нелинейные задачи подкрепленных оболочек. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. 291 с.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕСУЩЕЙ СТЕНЫ И ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ

проф. В.А.ИКРИН, инж. В.П.ХОМЯК, асп. С.А.ПЕЧОРСКАЯ

Южно-Уральский государственный университет

В настоящее время широкое распространение получило строительство многоэтажных зданий. Нередко фундаментами таких зданий служат монолитные железобетонные плиты. Соотношения толщин плиты (до метра) и несущих стен (16 ... 20 см) дают основания считать соизмеримыми их жесткости, определяющие вертикальные перемещения контактных точек. В условиях совместного деформирования от соотношения жесткостей зависит распределение напряжений в местах опирания стен на плиту.

Ниже приведены результаты численного решения задачи о взаимодействии несущей стены с фундаментной плитой (рис. 1) при различных вариантах учета жесткости верхнего строения.

Исходные предпосылки и данные:

– основание винклерово с коэффициентом постели k_f = 10 МН/м^3;